

日本国特許庁 08.12.2004
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日 2004年 3月12日
Date of Application:

出願番号 特願2004-069865
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2004-069865]

出願人 有限会社ボンドテック
Applicant(s):

2005年 1月21日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川

洋

BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2004-3123278

【書類名】 特許願
【整理番号】 SG001-016
【あて先】 特許庁長官殿
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府堺市深井沢町279-1-510
 【氏名】 岡田 益明
【特許出願人】
 【識別番号】 303053529
 【氏名又は名称】 岡田 益明
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 232715
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

複数の被接合物の接合表面を減圧下でプラズマ処理し、接合表面に化学処理をして表面活性化した後、接合面同士を密着させ、300℃以内で固層で接合する接合方法において、エッティング力を切り替える減圧プラズマ洗浄手段を備え、被接合物表面を減圧プラズマにエッティング力を弱めて表面活性化する洗浄工程にて、プラズマ処理後半においてエッティング力を弱めて化学処理を促進する方法。

【請求項 2】

前記エッティング力を切り替える減圧プラズマ洗浄手段が、プラズマ電極を被接合物保持電極と対向面電極の2箇所に切り替え可能に配置したものからなり、被接合物保持電極側に電源を印加してプラズマ処理を行い、次いで対向面電極側に電源を印加してエッティング力を弱めてプラズマ処理を行う請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記エッティング力を切り替える減圧プラズマ洗浄手段が、Vdcが調整可能であるRFプラズマ電源からなり、プラズマ処理後半においてVdc値を変化させ、エッティング力を弱めてプラズマ処理を行う請求項1に記載の方法。

【請求項 4】

前記エッティング力を切り替える減圧プラズマ洗浄手段が、パルス幅が調整可能であるパルス波プラズマ電源からなり、プラズマ処理後半においてパルス幅を変化させ、エッティング力を弱めてプラズマ処理を行う請求項1に記載の方法。

【請求項 5】

前記洗浄工程後に複数の被接合物を大気中で接合面同士を密着させ接合する請求項1～4に記載の方法。

【請求項 6】

前記洗浄工程後に複数の被接合物を減圧中で接合面同士を密着させ接合する請求項1～4に記載の方法。

【請求項 7】

前記被接合物がお互いに密着し合う面形状をし、接合表面に0.2μm以上のパーティクルが1つ以上乗っている状態で、前記減圧中での接合時に超音波振動を印加して300Mpa以下の加圧力で接合する請求項6に記載の方法。

【請求項 8】

前記被接合物がウエハーからなる請求項7に記載の方法。

【請求項 9】

前記洗浄工程後、接合工程前に大気圧下の水分子または水素を含んだガス中に暴露する吸着工程を行った後、接合する請求項1～8のいずれかに記載の方法。

【請求項 10】

前記ガスが大気である請求項9に記載の方法。

【請求項 11】

被接合物がSi、SiO₂、ガラス、セラミック、酸化物であり、前記プラズマ反応ガスが、酸素を含んだ反応ガスを使用する請求項1～10のいずれかに記載の方法。

【請求項 12】

前記反応ガスが酸素と窒素を含んだ反応ガスからなる請求項1～10のいずれかに記載の方法。

【請求項 13】

前記プラズマ反応ガスをエッティング力を弱めたプラズマ処理時に異なるガスまたは異なる配合ガスを使用する請求項1～11のいずれかに記載の方法。

【請求項 14】

被接合物がSi、ガラス、酸化物であり、前記プラズマ反応ガスが、酸素を含んだ反応ガスを用い、エッティング力を弱めたプラズマ処理時に窒素を含んだ反応ガスに切り替える請求項13に記載の方法。

【請求項15】

1つの減圧チャンバー内で2つの被接合物を洗浄し、接合する方法において、両被接合物同士を接合面が重ならない側方位置へ移動した状態で対向配置し、両接合表面をプラズマ処理した後、接合位置へスライドさせ、少なくとも一方の被接合物を接合面に垂直方向へ移動させ接合する請求項1～14のいずれかに記載の方法。

【請求項16】

前記接合位置へスライド後の被接合物間のすきまが20mm以内である請求項15に記載の方法。

【請求項17】

前記接合時の加熱温度が100℃以下で固層で接合する請求項1～14のいずれかに記載の方法。

【請求項18】

前記接合時に両被接合物間に電圧を印加し、加熱下で固層で接合する請求項1～16のいずれかに記載の方法。

【請求項19】

請求項1～18の方法で作られた半導体デバイス。

【請求項20】

請求項1～18の方法で作られたMEMSデバイス。

【請求項21】

複数の被接合物の接合表面を減圧下でプラズマ処理し、接合表面に化学処理をして表面活性化した後、接合面同士を密着させ、300℃以内で固層で接合する接合接合装置において、減圧可能な真空チャンバーと被接合物を保持する電極とプラズマ反応ガス供給手段とて、被接合物に対するエッティング力を切り替える減圧プラズマ洗浄手段を備え、被接合物表面に対するエッティング力を弱めて化学処理を促進する接合装置。

【請求項22】

前記エッティング力を切り替える減圧プラズマ洗浄手段が、プラズマ電極を被接合物保持電極と対向面電極の2箇所に切り替え可能に配置したものからなり、被接合物保持電極側に電源を印加してプラズマ処理を行い、次いで対向面電極側に電源を印加してエッティング力を弱めてプラズマ処理を行う請求項21に記載の接合装置。

【請求項23】

前記エッティング力を切り替える減圧プラズマ洗浄手段が、Vdcが調整可能であるRFプラズマ電源からなり、プラズマ処理後半においてVdc値を変化させ、エッティング力を弱めてプラズマ処理を行う請求項21に記載の接合装置。

【請求項24】

前記エッティング力を切り替える減圧プラズマ洗浄手段が、パルス幅が調整可能であるパルス波プラズマ電源からなり、プラズマ処理後半においてパルス幅を変化させ、エッティング力を弱めてプラズマ処理を行う請求項21に記載の接合装置。

【請求項25】

前記洗浄工程後に複数の被接合物を大気中で接合面同士を密着させ接合する請求項21～24に記載の接合装置。

【請求項26】

前記洗浄工程後に複数の被接合物を減圧中で接合面同士を密着させ接合する請求項21～24に記載の接合装置。

【請求項27】

前記被接合物がお互いに密着し合う面形状をし、接合表面に0.2μm以上のパーティクルが1つ以上乗っている状態で、前記減圧中での接合時に超音波振動を印加して300MHz以下の加圧力で接合する請求項26に記載の接合装置。

【請求項28】

前記被接合物がウエハーからなる請求項27に記載の接合装置。

【請求項29】

前記洗浄工程後、接合工程前に大気圧下の水分子または水素を含んだガス中に暴露する吸着工程を行った後、接合する請求項21～28のいずれかに記載の接合装置。

【請求項30】

前記ガスが大気である請求項29に記載の接合装置。

【請求項31】

被接合物がSi、SiO²、ガラス、セラミック、酸化物であり、前記プラズマ反応ガスが、酸素を含んだ反応ガスを使用する請求項21～30のいずれかに記載の接合装置。

【請求項32】

前記反応ガスが酸素と窒素を含んだ反応ガスからなる請求項21～30のいずれかに記載の接合装置。

【請求項33】

前記プラズマ反応ガスをエッチング力を弱めたプラズマ処理時に異なるガスまたは異なる配合ガスを使用する請求項21～31のいずれかに記載の接合装置。

【請求項34】

被接合物がSi、ガラス、酸化物であり、前記プラズマ反応ガスが、酸素を含んだ反応ガスを用い、エッチング力を弱めたプラズマ処理時に窒素を含んだ反応ガスに切り替える請求項33に記載の接合装置。

【請求項35】

1つの減圧チャンバー内で2つの被接合物を洗浄し、接合する接合装置において、減圧下の真空チャンバー内に上部被接合物を保持するヘッドと下部被接合物を保持するステージと、ステージまたはヘッドの少なくとも一方は接合面に垂直方向に移動する加圧手段と、ステージまたはヘッドの少なくとも一方が側方への移動手段と、各被接合物に対してプラズマ洗浄手段を備え、両被接合物同士を接合面が重ならない側方位置へ移動した状態で対向配置し、両接合表面をプラズマ処理した後、接合位置へスライドさせ、少なくとも一方配置し、両接合表面をプラズマ処理した後、接合位置へスライドさせ接合する請求項21～34のいずれかに記載の被接合物を接合面に垂直方向へ移動させ接合する請求項21～34のいずれかに記載の接合装置。

【請求項36】

前記接合位置へスライド後の被接合物間のすきまが20mm以内である請求項35に記載の接合装置。

【請求項37】

前記接合時の加熱温度が100℃以下で固層で接合する請求項21～34のいずれかに記載の接合装置。

【請求項38】

両被接合物間に電圧印加手段を備え、前記接合時に両被接合物間に電圧を印加し、加熱下で固層で接合する請求項21～36のいずれかに記載の接合装置。

【請求項39】

被接合物が半導体デバイスである請求項21～38に記載の接合装置。

【請求項40】

被接合物がMEMSデバイスである請求項21～38に記載の接合装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】個別洗浄方法及び装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、被接合物をプラズマ処理して接合する方法及び接合装置に関する。

【背景技術】

【0002】

複数の被接合物の接合表面を減圧下でプラズマ処理し、表面活性化し、接合面同士を密着させ、固層で接合する接合方法において、従来、特許文献3に示すようにSiとガラス、 SiO^2 または SiO^2 同士のウエハー接合において、酸素プラズマを使用してOH基により表面活性化させ、親水化処理し、水素結合させ、加熱により強固に接合させる方法が知られている。

【0003】

また、特許文献1に示す方法では金属同士をArイオンビームによりエッチングし、表面の面活性化させた状態で常温で接合する例が示されている。しかし、この方法では、表面の有機物や酸化膜を除去して金属の電気的活性化された面を作りだし原子間力により接合するため、半導体であるSi、セラミックや特に酸化物であるガラスや SiO^2 は強固に接合できない。

【0004】

また、特許文献2に示すように被接合物を対向配置し、プラズマ処理した場合には、必ずどちらかの被接合物側がプラズマ電極となり、反応ガスイオンが加速されて衝突するため、有機物層を取り除く物理的なエッチングには適するがOH基などの化学処理には強すぎて向かない。

【0005】

また、大気圧プラズマを使用する方法が考えられるが、大気であるためイオンの加速が行われないため、エッチング力は弱く、化学処理で表面活性化することはできるが、初期に有機物層などを物理的エッチングにより洗浄除去することができないため、有機物層を含んだ接合となり、強度が弱い。

【0006】

【特許文献1】特開昭54-124853

【特許文献2】特開2003-318217

【特許文献3】特開平3-91227

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

被接合物表面にOH基などにより表面活性化し、両接合面を密着させ接合する方法において、特許文献3に示す従来方式では表面の洗浄は酸素プラズマにて親水化処理し、大気中でウエハー同士を張り合わせることにより水素結合されるが、プラズマ処理が通常の方法では強すぎ、OH基を接合表面にきれいに並べることができず、ぬけや欠けが生じてしまう。また、被接合物表面を荒らしてしまい隙間となって接合できない部分も生じてしまう。そのため、図5に示すように強度は3MPaと弱い。加熱しても100℃程度では4MPa程度にしか上がりらず、350℃という高温で強度をアップさせている。従来の方法では強固に接合させるためには高温加熱がどうしても必要となり、異種材料間での熱膨張差によるひずみや高温に耐えられないデバイスなどの接合には課題があった。図5に示す引っ張り強度は、測定方法により値に違いが出るが、ここでは、9MPaを十分な強度、8MPaを使用可能なレベルとする。

【0008】

また、大気圧プラズマを使用する方法では、大気であるためイオンの加速が行われないため、エッチング力は弱く、付着層をつけることはできるが、初期にある有機物層などをエッチングにより洗浄除去することができないため、有機物層を含んだ接合となり、強度

が弱くなる。

【0009】

また、特許文献1に示す方法では金属同士は常温で接合できるが、半導体であるSi、セラミックや特に酸化物であるガラスやSiO₂は強固に接合できない。また、特許文献2に示すように被接合物を対向配置し、プラズマ処理した場合には、必ずどちらかの被接合物側がプラズマ電極となり、反応ガスイオンが加速されて衝突するため、有機物層を取り除く物理的エッティングには適するがOH基などの化学処理による表面活性化には強すぎて向かない。以上のように洗浄と吸着の双方を満足する方法は無い。

【0010】

また、お互いに密着し合う面形状をした複数の被接合物の接合表面には小さなゴミとなるパーティクルが存在し、特許文献1、2、3の方法においては、低温で固層のまま接合するとパーティクル周辺に隙間ができ、大きくボイドとなって接合されない。特にウエハーするとパーティクル周辺に隙間ができ、大きくボイドとなって接合されない。特にウエハーの張り合わせにおいて、通常のウエハーには0.2μm以上のパーティクルが10個以上存在する。これは既製品のカタログにもうたわれている値である。そのため、実際にウエハー同士を低温固層で接合すると10mm程度の大きさのボイドが数カ所に残ってウエハー同士を低温固層で接合すると10mm程度の大きさのボイドが数カ所に残ってしまう。これを除去するには、並大抵の洗浄方法では無理があるのと、洗浄後にウエハーをハンドリングする時点でパーティクルが付着してしまうため、実質無理である。

【0011】

そこで本発明は上記のごとき事情に鑑みてなされたものであって、エッティング力を切り替える減圧プラズマ洗浄手段を備え、被接合物表面を減圧プラズマにて表面活性化する洗浄工程にて、プラズマ処理後半においてエッティング力を弱めて化学処理を促進する方法及び接合装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記課題を解決するための本発明に係る接合方法及び接合装置双方の手段を一括して以下に説明する。上記課題を解決するために本発明に係る接合方法及び接合装置は、複数の被接合物の接合表面を減圧下でプラズマ処理し、接合表面に化学処理をして表面活性化し、接合面同士を密着させ、300°C以内で固層で接合する接合方法において、エッチング力を切り替える減圧プラズマ洗浄手段を備え、被接合物表面を減圧プラズマにて表面活性化する洗浄工程にて、プラズマ処理後半においてエッティング力を弱めて化学処理を促進する方法からなる。また、複数の被接合物の接合表面を減圧下でプラズマ処理し、接合表面に化学処理をして表面活性化した後、接合面同士を密着させ、300°C以内で固層で表面に化学処理を保持する電極とプラズマ反応ガス供給手段と被接合物に対するエッティング力を切り替える減圧プラズマ洗浄手段を備え、被接合物表面を減圧プラズマにて表面活性化する洗浄工程にて、プラズマ処理後半においてエッティング力を弱めて化学処理を促進する接合装置からなる。プラズマ処理による洗浄工程をプラズマ処理後半においてエッティング力を弱めてプラズマ処理を行うことにより、通常のプラズマ処理においては物理処理により不純物を除去し、化学処理により表面にOH基を付けて並べたり、窒素などの置換が行われるが、せっかく表面に化学処理されたものがエッティング力が強いので除去され、表面を均一に化学処理することは難しく、そこでプラズマ処理後半において、エッティング力を弱めてプラズマ処理することにより、イオンやラジカルは多く存在するので化学反応は促進され接合表面に均一に化学処理を行い、表面活性化処理を行うことができる。そのため低温で接合強度を増すことができる。低温とは、従来方法では350°C必要であり、それ以下である300°C以下である。また、前記接合温度が200°C以下である方法及び接合装置で接合できるので好ましい。また、前記接合温度が200°Cでの接合が可能であり、より好ましい。また、プラズマ処理後半とは時間的に半分とは限らず時間に関係しない意味を持つ。また、プラズマ処理前半と後半は間隔があっても良いが、連続された方が化学処理上好ましい。

【0013】

また、前記エッティング力を切り替える減圧プラズマ洗浄手段が、プラズマ電極を被接合

[0014]

【0014】 また、前記エッティング力を切り替える減圧プラズマ洗浄手段が、Vdcが調整可能であるRFプラズマ電源からなり、プラズマ処理後半においてVdc値を変化させ、エッティング力を弱めてプラズマ処理を行う方法及び接合装置からなる。プラズマ電極側では、電界が作られるが、Vdc値によりイオンが衝突する速度が変わる。図3に示すように、例えがば+酸素イオンはVdc値がーである程加速されエッティング力は増加し、0に近づく程、速度は遅くなり、エッティング力は低下し、加速されないイオンやラジカルは多く存在するので化学反応は促進される。Vdc値を一側に大きくしてプラズマ処理を行い、次いでVdc値を0に近づけ吸着工程を行うことにより、プラズマ処理後半に、エッティング力を弱めたプラズマ処理を行うことにより、不純物を除去し、かつ、エッティング力を弱めることにより加速されないイオンやラジカルは多く存在するので化学反応は促進され接合表面に接合強度を増すことができる。接合結果も図5と同様な結果が得られた。

相木 8 ■

[0016]

また、前記洗浄工程後に複数の被接合物を大気中で接合面同士を密着させ接合する方法及び接合装置からなる。プラズマ処理後半にてエッチング力を弱めることにより化学反応

は促進され接合表面に均一に表面活性化処理を行うことができる。既に接合表面にはOH基や窒素置換などの化学処理が施されているので大気中でも接合することができる。

[0017]

【0017】 また、前記洗浄工程後に複数の被接合物を減圧中で接合面同士を密着させ接合する方法及び接合装置からなる。一旦大気圧に戻して吸着層を付けたとしても、真空チャンバー中で減圧して両被接合物を密着させ接合させることにより、空気を接合界面に巻き込むことなくボイドレスで接合させることができるので好ましい。

[0018]

[0019]

【表1】

荷重によるバンプつぶれ高さの超音波印加有り無し比較 (μm)				
	20g/bump	40g/bump	60g/bump	80g/bump
常温接合	0.10	0.25	0.60	1.15
超音波接合	0.40	1.20	3.00	5.50

また、前記被接合物がウエハーからなる方法及び接合装置からなる。特にウエハー同士の張り合わせにおいて、通常のウエハーには $0.2\text{ }\mu\text{m}$ 以上のパーティクルが10個以上の存在し、これは既製品のカタログにもうたわれている値である。そのため、実際にウエハーを低温固層で接合すると10mm程度の大きさのボイドが数カ所に残ってしまうので本方式は特に有効である。

(0020)

【0020】 本方式は特に有り
て、前記超音波振動ヘッドが縦振動タイプであり、振動子がホーンの上部に位置する構造である方法及び接合装置からなる。ウエハーのような大面積を面接合させるために超音波振動を印加する方法として、横振動も考えられるが面でコスリあわせることはかなりのエネルギーが必要となる。今回接合は表面活性化力により行うため、超音波は加重低下やパーティクルの粉碎、埋没にさえ貢献できればいい。しかし、横振動では同時に接合さ

れた面部分も含めて振動させることは不可能である。そのため縦振動を使用すれば接合はできなくとも小さなエネルギーで他の面部分がたとえ接合されていても、加重低下やパティクルの粉碎、埋没には効果があり、有効である。

【0021】

また、前記洗浄工程後、接合工程前に大気圧下の水分子または水素を含んだガス中に暴露する吸着工程後、接合する方法及び接合装置からなる。洗浄工程の後、大気圧下の水分子または水素を含んだガス中に暴露することにより、接合表面は、水分子や水素が少ない子または水素を含んだガス中に暴露することにより、接合表面は、水分子や水素を吸着してOH基を並べ、水素結合し易くなる。

【0022】

また、前記ガスが大気である方法及び接合装置からなる。前記ガスが大気であれば容易である。

【0023】

また、被接合物がSi、SiO₂、ガラス、セラミック、酸化物であり、前記プラズマ反応ガスが、酸素を含んだ反応ガスを使用する方法及び接合装置からなる。Si、SiO₂、ガラス、セラミック、酸化物などは、酸素プラズマを使用して後半にエッティング力を落として化学反応を促進することにより、接合表面にOH基を付けて並べることが容易にできる。OH基が吸着できれば両接合面を密着させれば水素結合により接合される。

【0024】

また、前記反応ガスが酸素と窒素を含んだ反応ガスからなる方法及び接合装置からなる。窒素を含むガスを使用することにより、エッティング力を弱めた化学処理において、OH基のみならず、OとNを含んだ基が生じる。そのことにより接合時に界面にSi、O、Nの化合物が生成され、常温においても強固な接合が可能となる。図5に酸素反応ガスのみの化合物が生成され、常温においても強固な接合が可能となる。

【0025】

また、前記プラズマ反応ガスをプラズマ処理後半に異なるガスまたは異なる配合ガスを使用する方法及び接合装置からなる。プラズマ処理後半に異なるガスまたは異なる配合ガスを使用することにより化学処理に優位なガスを使用することができ好ましい。例えば、Arガスを使用することによりArガスを用い、後半に酸素ガスを用いることで効率よいプラズマ処理前半にArガスを用い、後半に窒素ガスを用いることもできる。また、前半に酸素ガスを用い、後半に窒素ガスを用いることもできる。また、単に異なるガスを使用しなくとも、Arと酸素の混合ガスを使用し、前半ではArまたは、酸素と窒素の混合ガスを使用したを多めに後半では酸素を多めに配合すれば良い。また、酸素と窒素の混合ガスを使用した場合は、前半では酸素を多めに後半では窒素を多めに配合すれば良い。

【0026】

また、被接合物がSi、ガラス、酸化物であり、前記プラズマ反応ガスが、酸素を含んだ反応ガスを用い、エッティング力を弱めたプラズマ処理時に窒素を含んだ反応ガスに切り替える方法及び接合装置からなる。エッティング力を弱めた化学処理において、窒素を含むガスを使用することにより、OH基のみならず、OとNを含んだ基が生じる。また、プラズマ処理前半においても幾分OH基は付着しているので、エッティング力を弱めた化学処理時にOH基とNとの置換が行われる。化学処理とは置換も含む処理を意味する。そのことにより接合時に界面にSi、O、Nの化合物が生成され、常温においても強固な接合が可能となる。本方式においても図5と同様な良好な結果が得られた。

【0027】

また、1つの減圧チャンバー内で2つの被接合物を洗浄し、接合する接合装置において、減圧下の真空チャンバー内に上部被接合物を保持するヘッドと下部被接合物を保持するステージと、ステージまたはヘッドの少なくとも一方は接合面に垂直方向に移動する加圧手段と、ステージまたはヘッドの少なくとも一方が側方への移動手段と、各被接合物に対応する洗浄手段を備え、両被接合物同士を接合面が重ならない側方位置へ移動してプラズマ洗浄手段を備え、両被接合物同士を接合面が重ならない側方位置へ移動した

[0028]

100381

【0029】 また、前記接合時の加熱温度が100℃以下で固層で接合する方法及び接合装置からなる。また、前記接合時の加熱温度が常温で固層で接合する方法及び接合装置からなる。水分子を除きOH基のみを効率良く配列させれば、100℃以下で接合させることが可能となる。また、窒素を含んだ反応ガスでプラズマ処理後半に化学処理すれば常温でも接合が可能となり好ましい。

[0 0 3 0]

出 許 特 2 0 0 4 - 3 1 2 3 2 7 8

熱下で固層で接合する方法及び接合装置からなる。500～700Vの電圧を両被接合物間に印加することで水分子は効率良く排出され、加熱のみの場合に比べ低温でも強固な接合が可能となる。また、前記被接合物の少なくとも一方が電圧によりイオンに分解する材料が含まれたSi、SiO₂、ガラス、セラミックである場合は、静電力も助けとなってより効率よく水分子を排出できる。

[0.031]

【0031】 また、請求項1～16の方法で作られた半導体デバイスからなる。低温での接合が可能となり、イオン注入後、高温加熱するとイオンが抜けてしまうため、熱に弱い半導体デバイスには好適な方法である。

[0032]

【0032】 また、請求項1～16の方法で作られたMEMSデバイスからなる。異種材料を重ね合わせるMEMSデバイスでは従来接合時の高温加熱によりひずみが生じ、一方がアクチュエータの場合は動作に不良が起こる。しかし、本方式においては低温で接合できるため、熱によるひずみが押さえられ好適である。また、圧力センサーなどでは、従来ガラスとSの接合であったため、接合時の高温加熱によるひずみがデバイスの信頼性に影響を与えていた。本方式においては低温で接合できるため、ひずみなく信頼性の高いMEMSデバイスを作ることができる好適である。

【発明の効果】

[0033]

【0033】
プラズマ処理後半にてエッティング力を弱めることにより化学反応は促進され接合表面に均一に表面活性化処理を行うことができる。そうすることにより、低温で強固な接合が可能となる。

100341

【0034】 また、1つのチャンバー内で2つの被接合物を洗浄工程、アライメント工程、接合工程と行うことができ、1チャンバーで位置ずれなく高精度に、かつ、低温での接合が可能となる。接合精度は低温であるので熱膨張による位置ずれ影響が無く、より高精度に接合できる。

【発明を実施するための最良の形態】

[0035]

ヤックを設けることが好ましい。また、加熱のためのヒータを備え、プラズマ電極ともなっており、保持手段、加熱手段、プラズマ発生手段の3つの機能を備える。減圧手段としては、排気管15に真空ポンプ17がつながれ、排気弁16により開閉と流量調整が行われる。吸入側は、吸気管18に吸入ガス切り替え弁20が連結され吸気弁19により開閉と流量調整が行われる。吸入ガスとしてはプラズマの反応ガスを2種類連結でき、例えばArと酸素をつなぐことができる。また、混合ガスの配合を変えたガスを連結することもできる。もう一つは大気圧解放用の大気または水分子を含んだ窒素がつながれる。大気圧含めた真空度や反応ガス濃度は吸気弁19と排気弁16の開閉含めた流量調整により最適な値に調整可能となっている。また、真空圧力センサーを真空チャンバー内に設置することで自動フィードバックすることができる。

[0036]

【0036】アライメント用の光学系からなるアライメントマーク認識手段がステージ待機位置の上 方とヘッド下方に真空チャンバー外部に配置される。認識手段の数は最低ステージ、ヘッド側に1つずつあれば良く、チップのような小さなものを認識するのであれば、アライメントマークがθ方向成分も読みとれる形状や2つのマークを1視野内に配置することで1つの認識手段でも十分読み取ることができるが、本実施例のようにウエハーのような半径方向に大きなものは両端に2つずつ配置した方がθ方向の精度を高く読み取ることができるので好ましい。また、認識手段は水平方向や焦点方向へ移動可能な手段を設けて、任意の位置のアライメントマークを読みとれるようにしても良い。また、認識手段は、例えば可視光やIR(赤外)光からなる光学レンズをともなったカメラからなる。真空チャンバーには認識手段の光学系が透過できる材質、例えばガラスからなる窓が配置され、そこを透過して真空チャンバー中の被接合物のアライメントマークを認識する。被接合物上には例えは各上ウエハー、下ウエハーの対向する表面にアライメントマークが施され位置精度が無い場合はオリフラなどの外形を利用することもできる。ステージ待機位置で上下ウエハーの両アライメントマークを読み取り、接合位置へステージを移動させ、ヘッド側でX、Y、θ方向へアライメント移動を行う。待機位置の読みとり結果を接合位置で反映させたため、ステージの待機位置と接合位置の相対移動距離ベクトルは繰り返し同じ結果となるため、ガイドには高精度な繰り返し精度を持つものを使なるよう精度が必要である。そのため、ガイドにはリニアスケールを配置している。用し、かつ、両サイドでの位置認識を高精度に読み取るリニアスケールを移動手段にフィードバックすることで停止位置精度を高める方法とリニアスケールを移動手段にフィードバックすることで停止位置精度を高める方法と移動手段が簡易なシリンドラのようなものやボルトナット機構のようなバックラッシュのあるものである場合は、リニアスケールを両停止位置で読み取り、行き過ぎや行き足りない分をアライメント移動手段を移動させる時に考慮して補正することで容易に高精度をヘッド側アライメントする場合達成することができる。また、ナノレベルにより高精度にファインアライメントする場合は、粗位置決めを行った後、上ウエハーと下ウエハーを数μm程度に近接させた状態でヘッド側認識手段に可視光、IR(赤外)兼用認識手段を使用し、ステージのアライメントマーク位置には透過孔や透過材を設けることで、下部からステージを透過して両ウエハーマークを同時認識して再度X、Y、θ方向へアライメントすることができる。認識手段が焦点方向に移動手段を持つ場合は上下個別に認識することができるが、認識手段が焦点方向に移動手段を持つ方が精度上より好ましい。ファインアライメントする場合、繰り返してアライメントすることで精度向上が可能となり、また、θ方向は芯ぶれの影響が出るので一定以内に入った後はXY方向のみのアライメントを行うことでナノレベルまで精度を向上できる。画像認識手段としてはサブピクセルアルゴリズムを使用することで赤外線の解像度以上の認識精度を得ることが可能となる。また、近接させてアライメントしておけば接合時に必要なZ移動量は最低限の数μm以内となるため、Z移動に対するガタや傾きを最小限に押さえられ高精度なナノレベルの接合精度を達成することができる。

【0037】

【0037】 次に動作フローを図2を参照しながら解説する。まず、1に示すように、真空チャンバー
出証特2004-3123278

ーの前扉を開いた状態で上ウエハーと下ウエハーをステージとヘッドに保持させる。これは人手でも良いが、カセットから自動でローディングしても良い。次に2に示すように、前扉を閉め、真空チャンバー内を減圧する。不純物を取り除くために 10^{-3} Torr以下に減圧することが好ましい。続いて3、4に示すように、プラズマ反応ガスである例えば酸素ガスを供給し、例えば 10^{-2} Torr程度の一定の真空度で被接合物保持電極にプラズマを発生させる。発生されたプラズマイオンは電源側に保持された電源を印加し、プラズマを発生させる。発生されたプラズマイオンは電源側に保持された電源を印加し、プラズマを発生させる。発生されたプラズマイオンは電源側に保持された電源を印加し、プラズマを発生させる。発生されたプラズマイオンは電源側に保持された電源を印加し、プラズマを発生させる。発生されたプラズマイオンは電源側に保持された電源を印加し、プラズマを発生させる。発生されたプラズマイオンは電源側に保持された電源を印加し、プラズマを発生させる。しかし、エッチング力が強いので一部のOH基は再び除去され不揃いとなる。せっかく表面に化学処理されたものがエッチング力が強いので除去され、表面を均一に化学処理することにより、エッティングプラズマ処理後半において、対向電極にプラズマ電源を切り替えることにより、エッティング力を弱めてプラズマ処理することにより加速されないイオンやラジカルは多く存在するので化学反応は促進され接合表面に均一に化学処理を行い、OH基を均一に並べることが可能であるが、1つのマッチングボックスを切り替えることで交互に洗浄することもできる。また、洗浄後または洗浄中に反応ガスやエッティング物を取り除くために 10^{-3} Torr以下に減圧することが好ましい。

【0038】

また、OH基の吸着がプラズマ処理で十分でない場合は、5に示すように大気圧下の水分または水素を含んだガスや大気に暴露することで容易に水分や水素を吸着してOH基を生成できる。その後大気中で接合する場合は大気に暴露されたまま7へ進むが、真空中で接合する場合は、6に示す再度減圧を行う。本吸着工程が不要の場合は減圧のまま7へ進む。

【0039】

続いて7に示すようにステージ待機位置でヘッド側、ステージ側の各々の認識手段で真空中で上下ウエハー上のアライメントマークを読み取り、位置を認識する。続いて8に示すように、ステージは接合位置へスライド移動する。この時の認識された待機位置とスライド移動した接合位置の相対移動はリニアスケールを用いて高精度に行われる。ナノレベルの高精度が要求される場合は9に示す工程を追加する。粗位置決めを行った後、上ウエハーと下ウエハーを数 μ m程度に近接させた状態でヘッド側認識手段に可視光、IR（赤外兼用認識手段を使用し、ステージのアライメントマーク位置には透過孔や透過材を設けことで、下部からステージを透過して両ウエハー上のアライメントマークを赤外透過して同時認識し、再度X、Y、θ方向へアライメントすることができる。この場合、繰り返してアライメントすることで精度向上が可能となり、また、θ方向は芯ぶれの影響が出るので一定以内に入った後はXY方向のみのアライメントを行うことでナノレベルまで精度向上できる。続いて10に示すように、ヘッドを下降させ、両ウエハーを接触させ、度を向上できる。続いて10に示すように、ヘッド側保持手段を解放し、ヘッドを上昇させる。が可能である。続いて11に示すように、ヘッド側保持手段を解放し、ヘッドを上昇させる。が可能である。続いて12に示すように、ステージを待機位置に戻し、真空チャンバー内を大気開放する。続いて13に示すように、前扉を開けて接合された上下ウエハーを取り出す。人手でも良いが自動でカセットにアンローディングすることが好ましい。

【0040】

また、少なくとも一方の被接合物保持手段の表面に弾性材を配し、前記接合時に弾性材を介して両被接合物を加圧することで平行度をならわせ、また、薄い被接合物であれば平坦度もならわせることができる。

【0041】

また、ステージ及び/又はヘッドに被接合物保持手段が球面軸受けで保持され、前記接合時または接合前に被接合物同士を接触加圧して少なくとも一方の被接合物に他方の傾き

を合わせることができる構造とすることで、平行度をならわせて接合することができる。

[0042]

【0042】 また、プラズマ処理により表面活性化して接合させるため、図5に示すように接合時の加熱温度を従来のSi同士を350℃以上加熱して接合する方法から200℃以下に落とすことが可能となる。また、錫鉛ハンダの溶融温度である183℃以下である180℃以下で固層接合することができる。また、100℃以下でも可能でありより好ましい。

[00431]

【0043】 また、被接合物がSi、SiO₂、ガラス、セラミックである場合には酸素プラズマで洗浄、吸着とも処理した場合は、接合表面を親水化処理し、水素結合により接合した後、200℃程度の低温で1時間程度加熱することで水分子を放出させ、強固な共晶結合へと変換させることができる。また、500V程度の高電圧を両被接合物間を接触させた状態で印加することで水分子を効率良く除去することができる。

[0044]

【0044】 また、上記方法で低温で接合できるので熱に弱い半導体や熱ひずみを嫌うMEMSデバイスには好ましい。また、低温での接合が可能となり、イオン注入後、高温加熱するといオンが抜けてしまうため、熱に弱い半導体デバイスには好適な方法である。

[0045]

[0046]

[0047]

(第4の実施例) 第1の実施例では酸素プラズマを使用したOH基による水素結合による接合を上げたが、第4の実施例として、前記反応ガスが酸素と窒素を含んだ混合ガスか

らなり、化合物を生成して接合する方法を示す。酸素に加え、窒素を含むガスを使用することにより、エッティング力を弱めた化学処理において、OH基のみならず、OとNを含んだ基が生じる。また、プラズマ処理前半においても幾分OH基は付着しているので、エッティング力を弱めた化学処理時にOH基とNとの置換が行われる。そのことにより接合時に強固な接合界面にSi、O、Nの化合物が生成され、100°C以下、または常温においても強固な接合が可能となる。図5に酸素反応ガスのみの場合と酸素と窒素を含んだ反応ガスの場合の比較を示す。酸素のみの場合は、200°C程度加熱しないと強固な接合にはならないが、酸素と窒素が混合されたものでは、100°C以下、または常温でも強固な接合が可能となる。

【0048】

【0049】

また、第1から第5の実施例において、前記プラズマ反応ガスを一方の被接合物と他方で異なるガスを使用し、個別に洗浄することができる。

[0050]

また、第1から第5の実施例において、接合時に超音波振動を併用する場合には、ハンド7はホーン保持部、ホーン、振動子から構成され、振動子による振動がホーンに伝達され、超音波振動をホーンが保持する被接合物へ伝達する。ホーン保持部はホーンや振動子の振動を殺さないように保持する手段からなる。この時の伝達率はホーンと被接合物の摩擦係数と圧力で決まるため、接合が進むにつれ接合面積に比例して加圧力を制御してやる。これが好ましい。また、ウエハーのような大面積を接合する場合は、横振動タイプの超音波ヘッドでは横振動させるには接合面積が大きくては不可能であるが、縦振動タイプの超音波ヘッドであれば、大面積な面接合も可能となる。また、超音波振動と呼ぶが振動周波数は特に超音波の領域でなくとも良い。特に縦振動タイプにおいては、低周波でも十分効力を発揮する。超音波振動を併用することで接合圧力を低下し、接合表面にパーティクルがあつてもボイド無く接合が可能となる。

[0051]

また、第1から第5の実施例において、前記実施例では被接合物としてウエハーを用いたが、チップと基板であっても良い。被接合物はウエハーやチップ、基板に限らずいかなる形態のものでも良い。

[0052]

また、第1から第5の実施例において、被接合物の保持手段としては静電チャック方式が望ましいが、メカニカルにチャッキングする方式でも良い。また、大気中でまず真空吸着保持させておいて密着させた後、メカニカルチャックする方法が密着性が上がり好ましい。

[0053]

また、第1から第5の実施例において、ヘッド側がアライメント移動手段と昇降軸を持つ

ち、ステージ側がスライド軸を持ったが、アライメント移動手段、昇降軸、スライド軸はヘッド側、ステージ側にどのように組み合わせられても良く、また、重複しても良い。また、ヘッド及びステージを上下に配置しなくとも左右配置や斜めなど特に配置方向に依存しない。

【0054】

また、第1から第5の実施例において、ステージをスライドさせた状態でプラズマ処理する場合は、ヘッドとステージの電極形状、周囲の形状が似かよっているため電界環境は似かよっている。そのため、プラズマ電源を自動調整するマッチングボックスは個別のものを使用しなくとも、一つのもので電極を切り替え、順次ヘッド側、ステージ側と洗浄することができる。そうすることでコンパクト、コストダウンを達成できる。

【図面の簡単な説明】

【0055】

【図1】プラズマ表面活性化接合装置構造図

【図2】動作フロー図

【図3】R F プラズマ電源図

【図4】パルス波プラズマ電源図

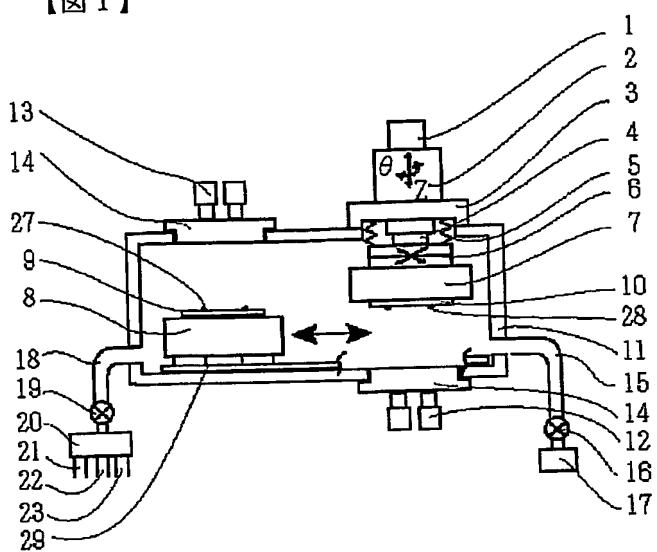
【図5】洗浄工程と吸着工程のプラズマ処理方法による接合強度比較

【符号の説明】

【0056】

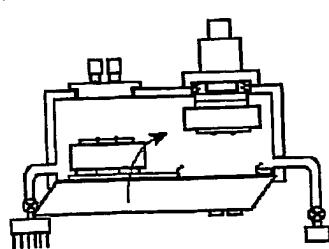
- 1 トルク制御式昇降駆動モータ
- 2 Z 軸昇降機構
- 3 θ 軸回転機構
- 4 圧力検出手段
- 5 ベローズ
- 6 XYアライメントテーブル
- 7 ヘッド
- 8 ステージ
- 9 下ウエハー
- 10 上ウエハー
- 11 真空チャンバー
- 12 ヘッド側認識手段
- 13 ステージ側認識手段
- 14 ガラス窓
- 15 排気管
- 16 排気弁
- 17 真空ポンプ
- 18 吸気管
- 19 吸気弁
- 20 吸入ガス切り替え弁
- 21 Ar
- 22 O2
- 23 大気
- 27 上アライメントマーク
- 28 下アライメントマーク
- 29 スライド移動手段

【書類名】 図面
【図 1】

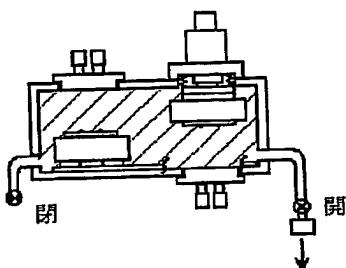


【図2】

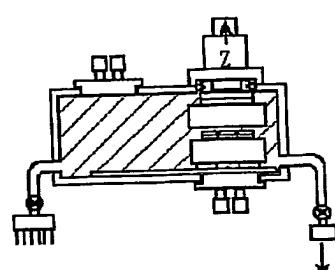
1.上下ワークセット



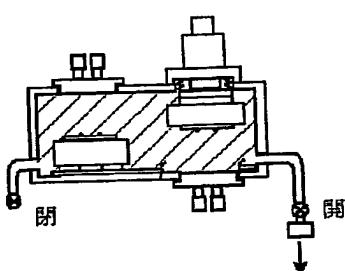
6.減圧



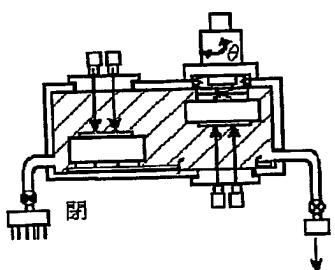
11.ヘッド上昇



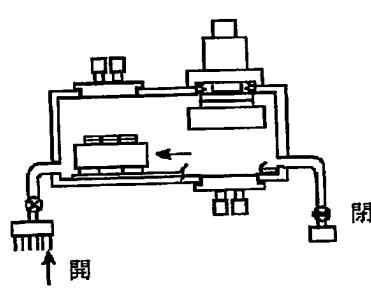
2.減圧



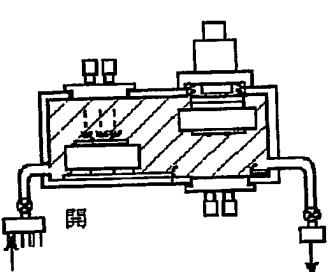
7.アライメント



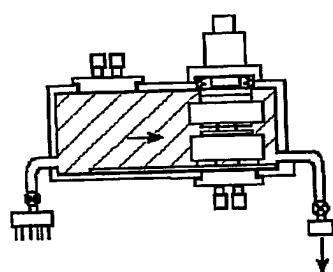
12.ステージ戻・大気開放



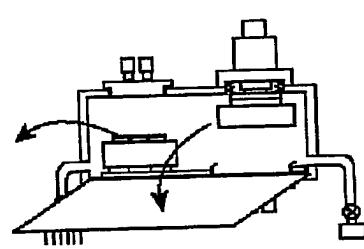
3.下ワークプラズマ処理



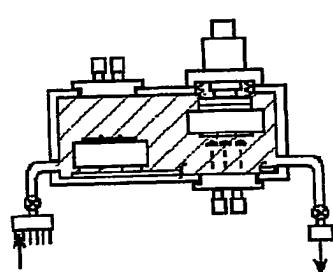
8.ステージスライド



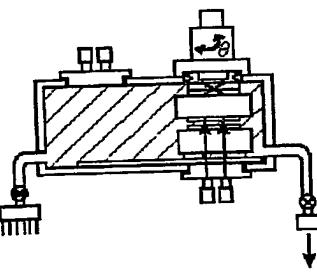
13.ワーク取出



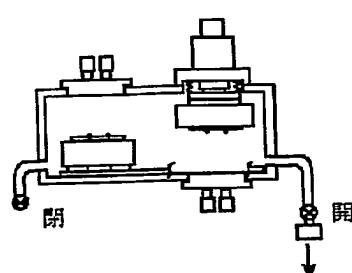
4.上ワークプラズマ処理



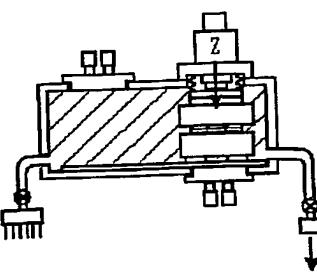
9.ファインアライメント



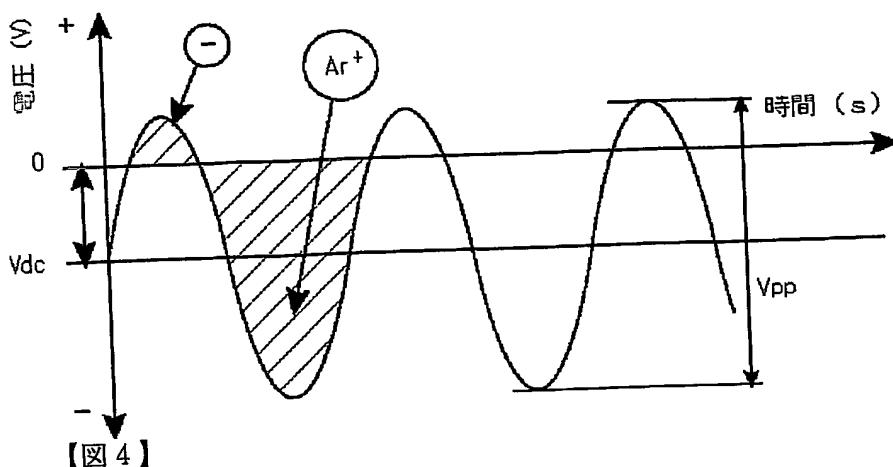
5.親水化処理（大気暴露）



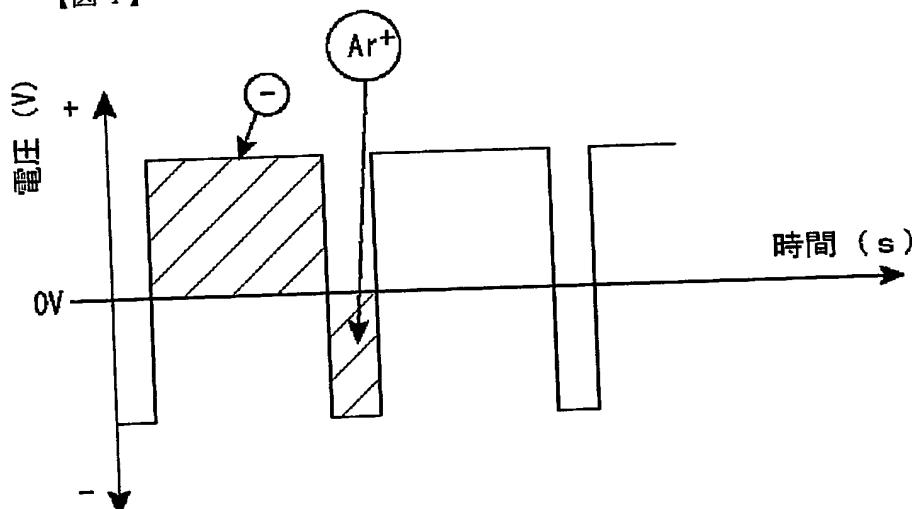
10.接合



【図3】

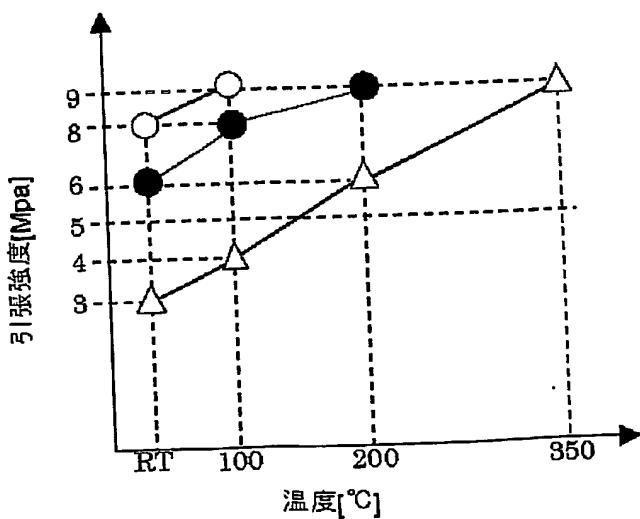


【図4】



【図5】

○ エッティング力切替プラズマ処理 (酸素・窒素混合ガス)
 ● エッティング力切替プラズマ処理 (酸素ガス)
 △ 通常プラズマ処理 (酸素ガス)



【書類名】要約書

【要約】

【課題】

複数の被接合物の接合表面を減圧下でプラズマ処理し、接合表面に化学処理をして表面活性化した後、接合面同士を密着させ、200℃以内で固層で接合する接合方法において、従来減圧プラズマでは有機物層を取り除くエッチングには適するがOH基などの吸着層を付けるには強すぎて向かない課題があり、洗浄と吸着の双方を満足する方法は無かった。

【解決手段】

エッチング力を切り替える減圧プラズマ洗浄手段を備え、被接合物表面を減圧プラズマにて表面活性化する洗浄工程にて、プラズマ処理後半においてエッチング力を弱めて化学処理を促進することにより、接合表面に均一に表面活性化処理を行うことができ、低温で強固な接合が可能となる。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2004-069865
受付番号	50400406132
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成16年 3月15日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成16年 3月12日

【書類名】出願人名義変更届
【提出日】平成16年 8月30日
【あて先】特許庁長官 殿
【事件の表示】
【出願番号】特願2004- 69865
【承継人】
【識別番号】304019355
【住所又は居所】京都府相楽郡精華町光台 1-7 けいはんなプラザ・ラボ棟
【氏名又は名称】有限会社ボンドテック
【代表者】代表者 桑内 重喜
【譲渡人】
【識別番号】303053529
【住所又は居所】大阪府堺市深井沢町 279-1-510
【氏名又は名称】岡田 益明
【手数料の表示】
【予納台帳番号】253916
【納付金額】4,200円
【提出物件の目録】
【物件名】権利の承継を証明する書面 1

【物件名】

権利の承継を証明する書面

【添付書類】



譲渡書

平成 16 年 8 月 30 日

住所 京都府相楽郡精華町光台 1-7
けいはんなプラザ・ラボ棟譲受人 有限会社 ポンドテック
代表者 桑内重喜 殿住所 大阪府堺市深井沢町
279-1-510

譲渡人 岡田 益明

下記の発明に関する特許を受ける権利を貴殿に譲渡したことに相違ありません。

記

1. 特許出願の番号 特願 2004-069865
2. 発明の名称 個別洗浄方法及び装置

以上

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2004-069865
受付番号	10401650075
書類名	出願人名義変更届
担当官	小暮 千代子 6390
作成日	平成16年10月26日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成16年 8月31日

【提出された物件の記事】

【提出物件名】 権利の承継を証明する書面 1

特願 2004-069865

出願人履歴情報

識別番号

[303053529]

1. 変更年月日

[変更理由]

住所
氏名

2003年 9月24日

新規登録

大阪府堺市深井沢町 279-1-510

岡田 益明

特願 2004-069865

出願人履歴情報

識別番号

[304019355]

1. 変更年月日

2004年 3月 25日

[変更理由]

新規登録

住 所

京都府相楽郡精華町光台 1-7 けいはんなプラザ・ラボ棟

氏 名

有限会社ボンドテック

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/017934

International filing date: 02 December 2004 (02.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-069865
Filing date: 12 March 2004 (12.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 04 February 2005 (04.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse